BD ORTHO® Historique

Version 1

Descriptif de contenu

Date du Document : Janvier 2011

Révision : Mars 2014



www.ign.fr

IGN
INSTITUT NATIONAL
DE L'INFORMATION
GÉOGRAPHIQUE
ET FORESTIÈRE

SOMMAIRE

1. PRÉSENTATION DU DOCUMENT

1.1 Ce que contient ce document

Ce document décrit en termes de contenu, de précision géométrique et de qualité image, les caractéristiques du produit BD ORTHO® Historique version 1, collection d'orthophotographies numériques produites par l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN) sur la France métropolitaine, les départements et régions d'Outre-Mer (la Guyane n'est que partiellement couverte) et les collectivités d'Outre-Mer (sauf la Polynésie française).

Le terme BD ORTHO® Historique fait référence au produit BD ORTHO® Historique version 1 dans l'ensemble de ce document.

Ce chapitre n'est pas un manuel d'utilisation du produit BD ORTHO® Historique.

1.2 Ce qu'il ne contient pas

Ce document ne décrit pas le produit BD ORTHO® Historique en termes de structure de livraison, laquelle est traitée dans le document appelé « Descriptif de livraison ».

Ce document n'est pas non plus un manuel d'utilisation du produit BD ORTHO® Historique.

2. CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

2.1 Définitions

2.1.1 BD ORTHO® Historique

Le produit BD ORTHO® Historique est une collection de mosaïques numériques d'anciennes orthophotographies panchromatiques (niveaux de gris) rectifiées dans la projection adaptée au territoire couvert : département métropolitain. Ce programme couvre à minima deux couvertures complètes par département comprises entre 1945 et 1965.

Le produit BD ORTHO® Historique se compose d'images numériques (sans habillage ni surcharge) et d'indications de géoréférencement.

Le contenu informationnel est compatible avec des échelles numériques de travail de l'ordre du 1 : 5 000e ou plus petites, et peut permettre localement une utilisation jusqu'au 1 : 2 000e.

2.2 Spécifications techniques du produit

2.2.1 Résolution

La résolution (taille terrain du pixel) est de 50 centimètres dans les deux dimensions.

2.2.2 Codage des données

La radiométrie de chaque pixel est codée sur 1 octet (8 bits) correspondant à 256 niveaux de gris.

2.2.3 Découpage numérique

Les données sont livrées en TIFF ou en JPEG2000 « standard » par dalles de 1 km par 1 km ou en ECW par dalles de 5 km par 5 km.

Les limites de l'emprise des dalles sont des kilomètres ronds :

- France métropolitaine : Lambert-93.
- Départements, régions et collectivités d'Outre-Mer : UTM-**xxx** (où **xxx** désigne le fuseau).

Dans le cas d'une livraison dans un autre système de projection, le produit complet est reprojeté puis redécoupé en nouvelles dalles dont les limites sont des kilomètres ronds dans le nouveau système utilisé.

Dans certains cas, les dalles extérieures à la zone couverte par le produit peuvent être incomplètes : elles sont alors complétées par du blanc (dans le cas des zones en limites de territoire).

2.2.4 Emprise du produit

L'emprise du produit correspond à un département. Elle s'appuie sur la limite du département dans la BD CARTO® agrandie d'un tampon de 200 m.

Toute dalle contenue ou intersectant cette limite est couverte par une addition de missions couvrant des zones de feuilles au 1 : 50 000e complètes. On ne tolérera pas d'absence de données dans ces dalles, sauf en bord de mer.

Exceptionnellement, en cas de lacune de la prise de vue, l'information manquante sera remplacée par celle d'une prise de vue dématérialisée (en effet chaque département possède au moins deux couvertures complètes de son territoire). Dans le cas où la limite de département est un fleuve, on étendra si nécessaire le dallage pour que les dalles du département couvrent les deux rives du fleuve.

Espace maritime :

Les dalles situées entièrement en mer ou sur l'estran ne sont pas systématiquement produites, excepté si elles ont un rôle esthétique.

Zones interdites :

Les zones faisant l'objet, à l'époque de la prise de vue, d'une interdiction de représentation et de diffusion ont été floutées ou caviardées. Ces zones interdites, ainsi qu'un buffer les entourant seront blanches sur la BD ORTHO® Historique.

2.2.5 Géoréférencement des dalles

Les systèmes de coordonnées de référence utilisés pour la production sont :
(en fonction de la disponibilité du produit)

Zone	Projection	Système géodésique	Ellipsoïde associé	Unité
France métropolitaine	Lambert-93	RGF93	IAG GRS 1980	mètre
Martinique, Guadeloupe, Saint-Barthélemy, Saint-Martin	UTM Nord fuseau 20	WGS84	IAG GRS 1980	mètre
Guyane	UTM Nord fuseau 22	RGFG95	IAG GRS 1980	mètre
Réunion	UTM Sud fuseau 40	RGR92	IAG GRS 1980	mètre
Mayotte	UTM Sud fuseau 38	RGM04	IAG GRS 1980	mètre
Saint-Pierre-et-Miquelon	UTM Nord fuseau 21	RGSPM06	IAG GRS 1980	mètre
Wallis et Futuna	UTM Sud fuseau 1	WGS84	IAG GRS 1980	mètre

Le géoréférencement de l'image n'étant pas pris en compte dans le format image utilisé en standard (format TIFF), des fichiers de géoréférencement correspondant aux dalles livrées sont fournis. (voir Descriptif de livraison).

3. PARAMÈTRES DE QUALITÉ

3.1 Paramètres de qualité géométrique

Ce chapitre fournit les caractéristiques techniques des données utilisées pour produire la BD ORTHO® Historique. Il spécifie ensuite les paramètres de qualité géométrique et radiométrique.

L'exigence principale pour ce produit du point de vue de la géométrie concerne une exactitude planimétrique moyenne autorisant une bonne superposition de l'orthophotographie avec le RGE®. L'indicateur de référence étant le calcul de l'EMQ.
L'exactitude planimétrique de l'ortho finale dépend de l'aérotriangulation (précision des points d'appui, des points de liaison, de l'orientation interne) et de la précision du modèle numérique de terrain.
On retiendra comme exigence les valeurs cibles moyennes suivantes :

Précision MNT (m)	Exactitude Plani (m)
2,00	2,0
2,50	2,0
4,10	3,0
5,20	4,0
8,20	6,0

Les erreurs peuvent être très locales (micro-relief non modélisé par le MNT, terrassements récents) ou globales (biais global sur le MNT). Les valeurs indiquées dans le tableau précédent tiennent compte de ces phénomènes.
Ces écarts moyens peuvent être dépassés localement de façon importante ; en effet ces valeurs de modélisation ne tiennent pas compte des erreurs de modélisation de l'orientation interne (absence de certificat de calibration, distorsion géométrique du scanner mal maîtrisée…), des déformations des clichés anisotropes (non modélisables par une affinité), de la détérioration ou de l'usure des clichés (plaque de verre cassée, cliché déchiré…).

3.1.1 L'orientation interne

L'orientation interne est la modélisation mathématique d'un capteur « parfait » sans distorsion.

Avec certificat de calibration
Pour les images issues de caméras analogiques, lorsqu'on dispose d'un certificat de calibration archivé valide à la date de prise de vues, la définition du repère faisceau passe par la mesure des repères de fond de chambre dans l'image numérisée.

Sans certificat de calibration
Pour les prises de vues antérieures à 1970 ces fichiers n'existent pas toujours. Plusieurs approximations sont nécessaires (format des images, point principal, distorsion, focale…)
Pour toutes ces images, le passage de coordonnées image vers coordonnées faisceau peut être erroné de plusieurs pixels ou centaines de microns.
Cette erreur ne pourra pas être corrigée et risquera d'être visible dans la mosaïque.

3.1.2 L'aérotriangulation

L'aérotriangulation consiste à déterminer finement la fonction de passage de l'image au terrain.

On distingue 2 types de mesures : les points d'appui et les points de liaison.

Les **points d'appui** sont pris sur la BD ORTHO® du RGE®, l'altitude provenant du MNT BD ALTI®. Ces mesures manuelles consistent à identifier des détails communs à la prise de vues et à la BD ORTHO®.
Les paysages peuvent être très différents (notamment dans les zones urbaines) où il est parfois difficile de trouver des points d'appuis.

La mesure des **points de liaison** est automatique et à pour objectif de lier les clichés entre eux. La quantité et la qualité des points mesurés dépendront du paysage mais aussi de la qualité des images numérisées.

Ainsi il faudra parfois compléter manuellement le manque de points de liaison.

À partir de ces mesures, le calcul détermine la fonction de passage terrain-image.
La redondance des mesures permet généralement de mettre en évidence les « fautes » de mesures quand le système est correctement mis en place.
Cela peut devenir plus délicat quand la calibration de la caméra n'existe pas (cf. chapitre orientation interne) ou quand aucun point d'appui n'est identifiable rendant le système instable.

3.1.3 Le redressement des images

Grâce aux modèles calculés à l'étape précédente chaque image est rectifiée en tenant compte du relief. Le relief est modélisé sous la forme d'un modèle numérique de terrain. Le modèle utilisé est celui de la composante topographique du RGE® qui se présente sous forme d'une grille régulière au pas de 25 m.

Ces MNT décrivent le sol naturel. Ainsi les Bâtiments, ponts, viaducs, déblais/remblais … ne sont pas modélisés et ne seront pas redressés dans l'ortho.

Ce MNT est calculé à partir des courbes de niveau et des points cotés archivés. La précision altimétrique dépend donc de l'origine des points côtés et des courbes de niveau dont l'équidistance peut varier selon les feuilles au 1 : 50 000e ou le relief traité.

Pour les zones frontalières, des MNT étrangers peuvent être utilisés pour les zones au delà de la frontière.

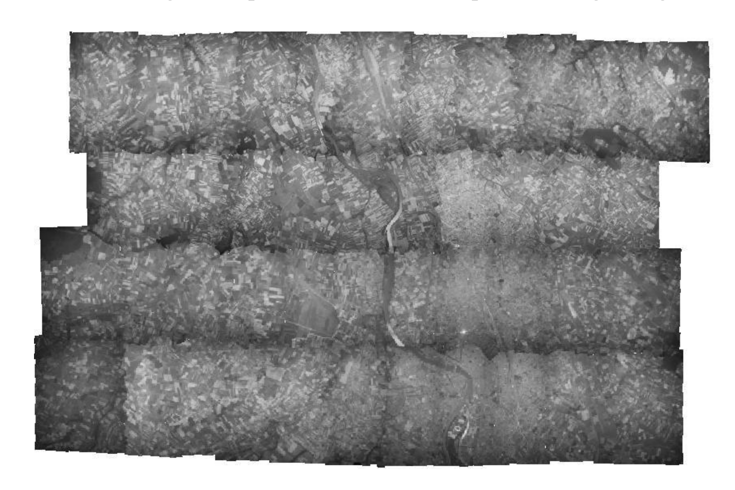
Les imprécisions du MNT ou les défauts de modélisation engendrent des erreurs planimétriques sur l'ortho d'autant plus importantes que l'on s'éloigne du centre de l'image.

3.2 Aspects radiométriques de l'ortho-image

3.2.1 Traitements radiométriques

Le nombre de clichés couvrant une zone (un département par exemple) peut être important. Ces clichés présentent des disparités d'ensoleillement et parfois de date ou de saison (cas des prises de vues réalisées sur plusieurs jours).

Mosaïque de 44 clichés non corrigés des phénomènes de hot-spot et de vignettage. Toulouse (1955).



Le traitement radiométrique consiste à trouver ou calculer le meilleur compromis possible sur la zone couverte en tenant compte des écarts ou disparités liées aux conditions de prise de vue (ensoleillement, saison …), au paysage, au comportement des objets constituant le paysage.

Dans la pratique le processus cherche à corriger chaque image des effets internes d'éclairement et de couleur liés à l'ensoleillement. L'ensemble des images doit aussi être homogénéisé.
Pour chaque image on applique une correction d'éclairement (hot-spot et vignettage). Une fois cette correction appliquée les images sont globalement égalisées sur l'ensemble du chantier.

On peut ajouter que sur certaines prises de vues, l'utilisation des courtes focales ou ces caméras à champ large a généré des effets de vignettage (différence d'éclairement entre le centre et le bord de l'image) importants et plus difficile à corriger.

Mosaïque de 44 clichés minimisant les effets dus aux conditions de prise de vue. Toulouse (1955).



3.2.2 Lignes de mosaïquage

Le mosaïquage consiste à produire une seule image à partir de l'ensemble des images ortho-rectifiées constituant la mission aérienne nécessaire pour couvrir la zone d'intérêt.
L'objectif est donc de générer une ou des ortho-images de grande taille en assurant une parfaite continuité géométrique et radiométrique entre les différentes images brutes.

Les difficultés du mosaïquage sont dues à l'imprécision des différents modèles utilisés en amont aussi bien en ce qui concerne la géométrie que la radiométrie. Le but de ce traitement est de donner une impression visuelle de continuité entre des images qui peuvent être localement dissemblables.

L'origine des dissemblances peut être :

- géométrique : effet de l'imprécision sur l'orientation des images et de l'imprécision du MNT
- radiométrique : effet de l'imprécision des modèles de corrections radiométriques, élimination du voile, vignettage, correction du hot-spot, différence de date d'acquisition,…

3.2.3 Zones de sursol et occlusions

Une zone de sursol, en particulier le bâti, les ponts, les viaducs, n'étant pas redressée, elle peut induire une occultation du sol. Les exemples fournis en **ANNEXE A** illustrent ce phénomène.

Pour des raisons esthétiques, certains ponts ou viaducs importants sont retouchés par procédé infographique afin de préserver leur forme géométrique naturelle.

3.2.4 Traitement des zones interdites ou sans données

Sur les zones faisant l'objet, à l'époque de la prise de vue, d'une interdiction de représentation et de diffusion, les images initiales ont été floutées ou caviardées.

Les zones pour lesquelles on ne dispose pas de données sont remplacées par une radiométrie blanche uniforme.

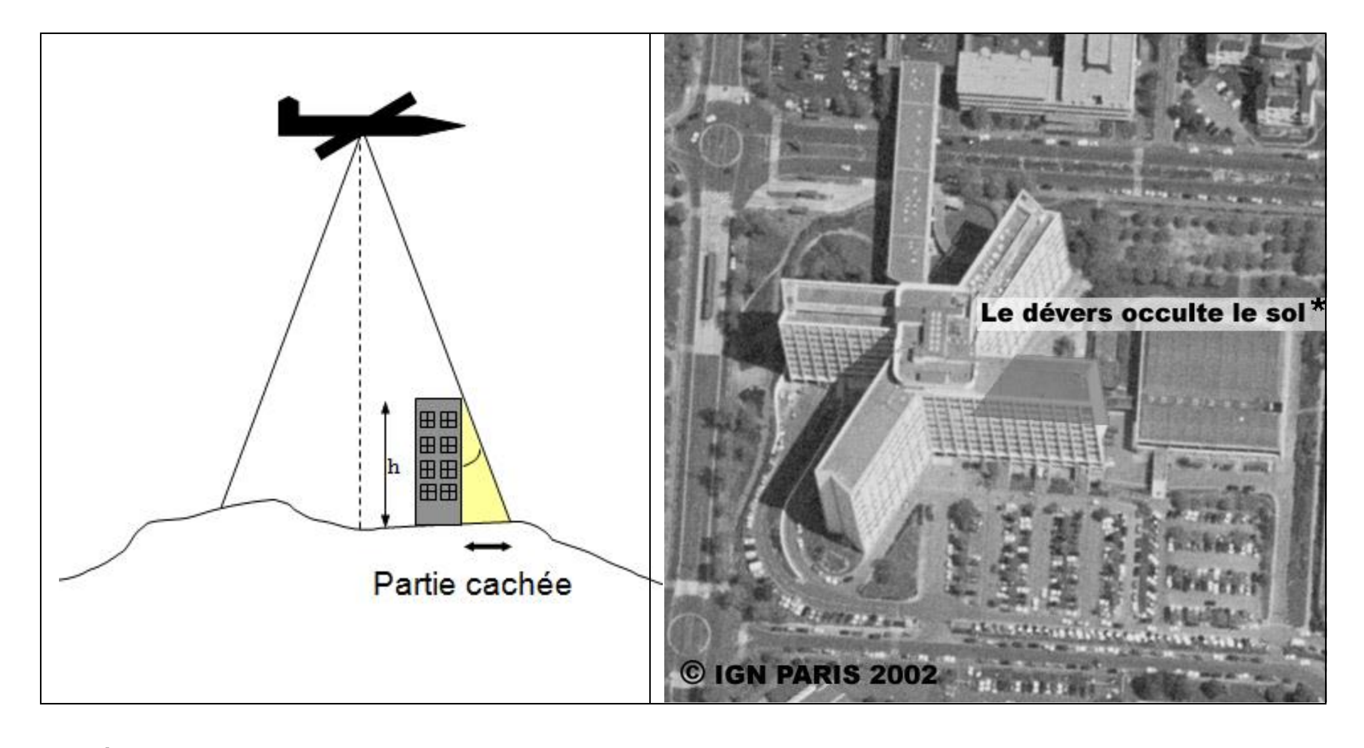
ANNEXE A : Occultations dues aux dévers de bâtiments et autres objets du sursol

Chaque point de l'image est rectifié en fonction de l'altitude trouvée sur le MNT (Modèle Numérique de Terrain).
Cela signifie que tout objet dont le relief est différent du relief modélisé par le MNT n'est que partiellement redressé.

Dès lors, un bâtiment, par exemple, garde sur l'image le dévers (effet de perspective par rapport au sol) qu'il possédait sur le cliché aérien origine, ce qui se traduit par des zones occultées au sol. Lorsqu'un tel phénomène apparaît dans le produit BD ORTHO® Historique, c'est le plus souvent parce que la zone concernée n'est visible sur aucun cliché de la prise de vues.

Dans le cas d'une rue, l'importance de la zone occultée dépend en outre de la direction de la façade du bâtiment par rapport au centre du cliché : si cette façade est orthogonale à la direction du centre du cliché, l'occultation est plus importante.

L'importance de cette occultation dépend des paramètres de prise de vues et de la hauteur du bâtiment, comme le montrent les illustrations ci-dessous :



* La prise de vues est réalisée avec une focale 152 mm à l'échelle du 1 : 25 000e.

ANNEXE B : GLOSSAIRE

Aérotriangulation Méthode de constitution d'un canevas complémentaire de points d'appui, déterminés par leurs trois coordonnées dans l'espace objet, en utilisant les relations géométriques qui lient les photographies adjacentes d'une prise de vues stéréoscopiques, et un nombre nettement réduit de points d'appui connus, généralement situés aux extrémités et en milieu de bande.
Dans ce document, l'aérotriangulation est la méthode utilisée pour calculer les orientations des photographies.

Distance Longueur du trajet entre deux points.

Canevas Ensemble discret de points, bien répartis sur la surface à lever, dont les positions sont déterminées avec une précision au moins égale à celle qu'on attend du levé. Les coordonnées des points de canevas sont exprimées dans un même système de référence.

Dalle Unité d'un découpage régulier d'une image. Les dalles sont jointives mais ne se recouvrent pas, contrairement aux tuiles.

Exactitude Etroitesse de l'accord entre la mesure (ou l'estimation) d'une grandeur et la valeur nominale de cette grandeur.
On la chiffre généralement par une erreur moyenne quadratique.

Géoréférencement Possibilité d'attribuer des coordonnées cartographiques et géographiques à tout pixel d'une image numérique.

Image numérique Matrice de pixels représentant le terrain, résultant d'une acquisition directe ou indirecte.
Note : Une acquisition est dite directe (vis-à-vis du terrain) si elle provient d'un capteur numérique (y compris radar) et indirecte si elle provient d'un scannage de document (photo ou carte).
Note : Les termes de « photo », « cliché » et « carte » dénotent le plus souvent des documents analogiques. Quand le contexte l'exige, on parlera de « photo numérique », « cliché numérique » et « carte numérique », qui renvoient à des images numériques. Cependant, quand le contexte est sans ambiguïté ou dans des documents généralisés, on pourra employer les termes de « photo », « cliché » et « carte » pour désigner des documents numériques.

Modèle Numérique de Terrain (MNT) Ensemble de points référencés en planimétrie et en altimétrie modélisant le relief du sol sous forme numérique.
Note : Les données du MNT peuvent être structurées de différentes façons : matrice de pixels, réseau de triangles, polygones matérialisant des courbes de niveaux.
Note : Pour être exploité et fournir partout une information altimétrique, le MNT nécessite une fonction d'interpolation adaptée à la structure des données, au type de relief (plat ou tourmenté) et à l'utilisation que l'on veut en faire (restitution fidèle ou caricaturée).

Mosaïque d'images (de photos) Document résultant d'un montage d'images de scènes (photos), ou de parties de scènes (photos), connexes et prétraitées pour être raccordables géométriquement et radiométriquement.
La ligne de mosaïquage désigne la ligne de raccord entre les clichés.

Ortho-image	Autre appellation pour « orthophotographie ».
Orthophotographie	Image photographique sur laquelle ont été corrigées les déformations dues au relief du terrain, à l'inclinaison de l'axe de prise de vues et à la distorsion de l'objectif. Une orthophotographie peut toutefois présenter des déformations résiduelles et des manques de couverture d'autant moins négligeables que les pentes du terrain sont plus fortes et les superstructures plus nombreuses et élevées. Dans le texte, on parlera aussi d'ortho-image.
Orthorectification	Application à une image de traitements destinés à corriger les déformations dues au relief du terrain, à l'inclinaison de l'axe de prise de vue et à la distorsion de l'objectif.
Photogrammétrie	Terminologie de télédétection et de photogrammétrie (Conseil international de la langue française) : Science et art dont le sujet d'étude est la photographie dans l'intention de recueillir des données conduisant à des restitutions dimensionnelles et de déterminer la forme et la position d'un objet dans l'espace.
Photographie aérienne	Image aérienne, en noir et blanc, couleurs ou fausses couleurs, le système imageur étant une chambre photographique classique.
Pixel	Plus petite surface homogène constitutive d'une image enregistrée, définie par les dimensions de la maille d'échantillonnage.
Point chaud (hot spot)	Région dans l'alignement de l'appareil de prise de vue et du soleil. Aucune ombre n'y est visible, les rayons lumineux y sont réfléchis en direction du cliché de manière plus importante qu'ailleurs créant une zone très lumineuse et très peu contrastée, donc pauvre en aides à la lecture de l'information.
Point d'appui	Point de canevas utilisé pour effectuer le prétraitement et/ou le traitement géométrique des données.
Point de canevas	Point de repère connu en coordonnées.
Point de liaison	Point servant à lier différentes images lors d'une modélisation par bloc (aéro- ou spatiotrianguation). Il est situé dans la zone de recouvrement des images et doit être repérable sur chacune des images. Sa position n'est pas nécessairement connue. Le modèle relatif obtenu sera ensuite localisé de façon absolue par la prise de points de calage.
Point de calage	Entité élémentaire. Point dont les coordonnées cartographiques sont connues et utilisées pour géoréférencer ou caler une image
Point de repère	Elément ponctuel matérialisé au sol par un détail naturel ou artificiel identifiable sur l'image.
Projection	Une projection (ou représentation) cartographique est une correspondance continue, généralement biunivoque, entre les points d'un ellipsoïde de référence ou d'une partie de celui-ci, et les points d'un plan, (ou éventuellement d'une autre surface). Une projection cartographique est une projection utilisée pour la réalisation de cartes de la Terre, celle-ci étant supposée projetée sur un ellipsoïde de référence suivant les normales à ce dernier.
Radiométrie	On appelle « radiométrie » le contenu colorimétrique des images. Les ortho-images vont se caractériser par leur qualité géométrique et par leur qualité radiométrique. Certains traitements radiométriques employés tendent à conserver au mieux l'énergie physique reçue par les capteurs (égalisation physique) alors que d'autres traitements sont appliqués pour s'approcher au mieux du rendu des couleurs naturelles et limiter l'hétérogénéité liée aux conditions de prise de vues.

Raster	Donnée dont l'ensemble constitue une image matricielle de pixels.
Repiquage	Méthode servant à déterminer un canevas en s'affranchissant des mesures sur le terrain grâce à la réutilisation de points dont les coordonnées X, Y et/ou Z ont été calculées lors d'une précédente mission. Pour cela, on identifie ces points sur les nouveaux clichés. Cette opération est source d'une perte de précision.
Système d'informations géographiques	SIG (concept, outils et données) - Patricia Bordin : Système informatique de matériels, de logiciels et de processus conçu pour permettre la collecte, la gestion, le traitement et l'affichage de données à référence spatiale afin de résoudre des problèmes complexes localisés.
Stéréopréparation	Ensemble des opérations qui ont pour but la détermination directe d'un canevas de points d'appui (ensemble de points connus en X, Y et/ou Z). La stéréopréparation suppose l'existence préalable, sur la zone à lever de réseaux géodésique et de nivellement de précision assez denses (l'utilisation du positionnement GPS rend cette condition moins fondamentale).